مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی
جلد اول، شماره چهارم، زمستان ۸۷
۷۹-۹۸
www.ejcp.info

اثر تیمار پرایمینگ و تاریخ کاشت بر همزمانی مراحل نموی و عملکرد لاین‌های اینبرد ذرت برای تولید بذر هیبرید

***پگاه مرادی‌دزفولی[۱]، فرزاد شریف‌زاده[۱]، احمد بانکه‌ساز[۲] و محسن جان‌محمدی[۱]**

[۱]گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده علوم زراعی و دامی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران،
[۲]بخش تحقیقات ذرت موسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج

تاریخ دریافت: ۱۳۸۷/۸/۱۰ ؛ تاریخ پذیرش:۱۳۸۸/۱/۱۵

چکیده

تحقیق حاضر به‌منظور تعیین اثرات پرایمینگ بذرها بر جوانه‌زنی، سبز شدن گیاهچه و عملکرد لاین‌های اینبرد ذرت در آزمایشگاه و مزرعه صورت گرفت. در آزمایشگاه بذور دو لاین اینبرد ذرت شامل Mo17 (به‌عنوان لاین پدری) و B73 (به‌عنوان لاین مادری با نر عقیمی سیتوپلاسمی) تحت‌تأثیر تیمارهای هیدروپرایمینگ به‌مدت ۱۲، ۲٤، ۳٦ و ٤۸ ساعت یا اسموپرایمینگ با محلول‌های ۱/۲- مگاپاسکال پلی‌اتیلن گلایکول و اوره به‌مدت ۹٦ ساعت قرار داده شده و نحوه جوانه‌زنی آنها مورد بررسی قرار گرفت. نتایج آزمایشگاهی حاکی از آن بود که پاسخ دو لاین اینبرد در برابر تیمارهای پرایمینگ تقریباً مشابه بود. حداکثر بهبود جوانه‌زنی در بذور هیدروپرایمینگ شده به‌مدت ۳٦ ساعت مشاهده شد، به‌طوری‌که در این تیمار سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه نسبت به سایر تیمارها بالاتر بود. حال آنکه بذور اسموپرایمینگ شده مشابه و حتی در برخی موارد ضعیف‌تر از شاهد بودند. بهترین تیمار پرایمینگ آزمایشگاهی به همراه ۳ تاریخ کاشت مختلف لاین پدری برای آزمایش مزرعه‌ای انتخاب شدند و در آنجا سبزشدن گیاهچه، روند مراحل فنولوژیکی و اجزای عملکرد مورد بررسی قرار گرفتند. آزمایش مزرعه‌ای به‌صورت کرت‌های خرد شده بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ٤ تکرار انجام شد که، کرت‌های اصلی به تیمارهای آماده‌سازی قبل از کاشت بذور (هیدروپرایمینگ به‌مدت ۳٦ ساعت و شاهد) اختصاص داشتند و کرت‌های فرعی نیز

*- مسئول مکاتبه: pdezfuli@yahoo.com

شامل ۳ تاریخ کاشت والد پدری (b_1=کشت هم‌زمان دو والد، b_2= کشت والد پدری براساس خروج ۲ سانتی‌متر از ریشه‌چه والد مادری، b_3=کشت والد پدری براساس خروج ٤ سانتی‌متر از ریشه‌چه والد مادری) بودند. نتایج نشان داد که میزان سبزشدن گیاهچه برای بذرو هیدروپرایمینگ شده بیشتر بود. از سوی دیگر تاریخ کاشت b_2 برای والد پدری برای دست‌یابی به هم‌زمانی بین گرده‌افشانی و کاکل‌دهی لاین‌های والدینی بسیار موثر بود و توانست اجزای عملکرد را به‌طور معنی‌داری بهبود بخشد.

واژه‌های کلیدی: اینبرد لاین‌های ذرت، جوانه‌زنی، پرایمینگ، تاریخ کاشت

مقدمه

تولید جهانی ذرت ٦۰٤ میلیون تن و سطح زیر کشت آن ۱٤۰ میلیون هکتار می‌باشد و این گیاه از نظر تولید بعد از گندم و برنج در رتبه سوم قرار دارد. از این میان سهم تولید ایران ۲ میلیون تن و سطح زیر کشت آن ۳٥۰۰۰۰ هکتار می‌باشد، با این حال میزان تولید بذر ذرت هیبرید در ایران بسیار محدود می‌باشد (فائو، ۲۰۰۲).

تولید تجارتی بذور هیبرید ذرت از طریق کشت پایه‌های اینبرد لاین والدینی روی خطوط جداگانه در مزارع ایزوله شده صورت می‌گیرد. برای حصول موفقیت در تولید بذور هیبرید، هم‌زمانی و تقارن[1] بین کاکل‌دهی[2] پایه‌های اینبرد لاین مادری و شکوفایی بساک[3] در پایه‌های اینبرد لاین پدری لازم و ضروری می‌باشد (ناگار و همکاران، ۱۹۹۸). این در حالی است که در گیاه ذرت حالت پیشین پرچمی[4] وجود دارد به‌طوری‌که گرده‌افشانی از سوی والد پدری، زودتر از آماده شدن اندام ماده برای دریافت گرده اتفاق می‌افتد و این امر مانع از لقاح شده و میزان تولید بذور هیبرید را تا حد زیادی کاهش می‌دهد.

در چنین شرایطی به‌نظر می‌رسد با به تعویق انداختن تاریخ کاشت پایه‌های پدری بتوان هم‌زمانی مراحل زایشی والدین را بهبود بخشید. حال آنکه در این شرایط با توجه به تأخیر در کاشت، برای

1- Synchronization
2- Silking
3- Anthesis
4- Protandry

حصول موفقیت کشت، جوانه‌زنی سریع، سبزشدن یکنواخت و استقرار قوی از عوامل لازم و ضروری به‌شمار می‌روند.

در این راستا راهکاری مورد نیاز است تا بتواند جوانه‌زنی و استقرار گیاهچه‌های ذرت را تقویت نموده و استفاده هر چه بیشتر از رطوبت خاک، عناصر غذایی و تشعشع خورشیدی را برای گیاه فراهم نماید. به‌این ترتیب، گیاه قادر خواهد بود قبل از وقوع تنش‌های زودرس پاییزه دوره نموی خود را به پایان رساند (سوبدی و ما، ۲۰۰۵). در این رابطه آزمایش‌های قبلی حاکی از آن هستند که می‌توان با استفاده از تیمارهای افزایش‌دهنده قدرت بذر، به جوانه‌زنی سریع، ظهور یکنواخت و استقرار قوی گیاه دست یافت (افضل و همکاران، ۲۰۰۲؛ اشرف و فولاد، ۲۰۰۵؛ فاروق و همکاران، ۲۰۰٦ الف).

از جمله مهم‌ترین تیمارهای افزایش‌دهنده قدرت جوانه‌زنی بذور می‌توان به پرایمینگ[1] اشاره داشت. پرایمینگ به تعدادی از روش‌های مختلف بهبوددهنده بذور اطلاق می‌شود که در تمامی آنها آبدهی[2] کنترل شده بذر اعمال می‌شود (فاروق و همکاران، ۲۰۰٦ ب). هدف کلی پرایمینگ بذر، آبدهی جزئی آنها می‌باشد به‌طوری‌که بذور مرحله اول (جذب فیزیکی آب) و دوم (شروع فرآیندهای بیوشیمیایی وهیدرولیز قندها) جوانه‌زنی را پشت سر گذاشته ولی از ورود به مرحله سوم جوانه‌زنی (مصرف قند توسط جنین و رشد ریشه‌چه) باز می‌ماند (برادفورد، ۱۹۹۵). رایج‌ترین روش‌های پرایمینگ شامل هیدروپرایمینگ و اسموپرایمینگ می‌باشند. اسموپرایمینگ نوع خاصی از آماده‌سازی پیش از کاشت بذور می‌باشد که از طریق خواباندن بذور در محلول‌های با پتانسیل اسمزی پایین حاوی مواد شیمیایی مختلفی نظیر پلی‌اتیلن گلایکول (PEG)، مانیتول، کودهای شیمیایی (نظیر اوره) و... صورت می‌گیرد (اشرف و فولاد، ۲۰۰۵). در روش هیدروپرایمینگ بذور با آب خالص و بدون استفاده از هیچ ماده شیمیایی تیمار می‌شوند، که این نوع پرایمینگ بسیار ساده و ارزان بوده و مقدار جذب آب از طریق مدت زمانی که بذور در تماس با آب هستند کنترل می‌شود (جودی و شریف‌زاده، ۲۰۰٦؛ اشرف و فولاد، ۲۰۰۵؛ فاروق و همکاران، ۲۰۰٦ ب).

در رابطه با اثر تیمارهای آماده‌سازی، بسرا و همکاران (۲۰۰٦) گزارش دادند که به‌کارگیری تیمار اسموپرایمینگ (PEG-۸۰۰۰ و پتانسیل اسمزی ۱/۲۵- مگاپاسکال) برای بذور برنج به‌مدت ٤۸ ساعت موجب افزایش درصد و سرعت جوانه‌زنی، ظهور یکنواخت و بهبود وضعیت رشد گیاهچه

1- Priming
2- Hydration

گردید. اسموپرایمینگ بذور ذرت با استفاده از پلی‌اتیلن گلایکول و نیترات پتاسیم باعث تسریع جوانه‌زنی در دمای پایین (۱۰°C) گردید (بسرا و همکاران، ۱۹۸۹). در آزمایش دیگری خواباندن بذور ذرت در کلریدپتاسیم ۲/۵ درصد به‌مدت ۱٦ ساعت باعث کاهش طول کلئوپتیل و ریشه‌چه گردید، در حالی‌که تیمار بذور با محلول جیبرلیک اسید (GA_3) به‌مدت ۳۰ دقیقه موجب بهبود جوانه‌زنی و ظهور گیاهچه گردید، حال آنکه تأثیری بر عملکرد دانه نداشت (سوبدی و ما، ۲۰۰۵). هیدروپرایمینگ بذور ژنوتیپ‌های مختلف ذرت به‌مدت ۲٤ ساعت توانست ظهور گیاهچه از سطح خاک را تسریع کرده و باعث افزایش عملکرد گردد (ناگار و همکاران، ۱۹۹۸). تیمار قبل از کاشت بذور سورگوم (*Sorghum bicolor*) و ارزن (*Pennisetum glaucum*) در محلول کود اوره (۷/۵ گرم در لیتر) باعث تسریع جوانه‌زنی و رشد گیاهچه گردید (المودارسی و جوتزی، ۱۹۹۹).

با وجودی‌که آزمایش‌های قبلی برخی از جنبه‌های مفید به‌کارگیری تیمارهای پیش از کاشت بذور را برای گیاهان زراعی نشان می‌دهند ولی هنوز اطلاعات جامعی در رابطه با به‌کارگیری و تأثیر تیمارهای اسمو و هیدروپرایمینگ برای بذور لاین‌های اینبرد ذرت به همراه تغییر کاشت والد پدری بر رشد اولیه و عملکرد بذر هیبرید تولیدی در دست نیست. هدف از پژوهش حاضر بررسی اثر تیمارهای اسموپرایمینگ و هیدروپرایمینگ بر خصوصیات جوانه‌زنی و رشد اولیه لاین‌های اینبرد ذرت در شرایط آزمایشگاهی و در ادامه بررسی اثر بهترین تیمار پرایمینگ و تاریخ‌های مختلف کشت والد پدری بر هم‌زمانی مراحل نموی والدین و عملکرد لاین‌های اینبرد برای تولید بذور هیبرید در شرایط مزرعه‌ای می‌باشد.

مواد و روش‌ها

تحقیق آزمایشگاهی به‌منظور ارزیابی اثرات تیمارهای مختلف هیدروپرایمینگ و اسموپرایمینگ بر مؤلفه‌های جوانه‌زنی و رشد اولیه گیاهچه‌های لاین‌های اینبرد ذرت در آزمایشگاه علوم و تکنولوژی بذر دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران انجام گردید. بذور دو لاین اینبرد ذرت؛ شامل B73 (لاین مادری دارای نر عقیمی سیتوپلاسمی) و Mo17 (لاین پدری) از موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج تهیه گردیدند.

تیمارهای آماده‌سازی بذور عبارت بود از: ۱- بدون تیمار (شاهد)، ۲- خیساندن بذور در آب مقطر به‌مدت ۱۲ ساعت (هیدروپرایمینگ)، ۳- هیدروپرایمینگ بذور به‌مدت ۲٤ ساعت، ٤- هیدروپرایمینگ

بذور به‌مدت ۳٦ ساعت، ۵- هیدروپرایمینگ بذور به‌مدت ٤۸ ساعت، ٦- خیساندن بذور در محلول اسمزی پلی‌اتیلن گلایکول ٦۰۰۰ با پتانسیل اسمزی ۱/۲- مگاپاسکال به‌مدت ۹٦ ساعت (اسموپرایمینگ با PEG- 6000) ۷- خیساندن بذور در محلول اسمزی کود اوره با پتانسیل اسمزی ۱/۲- مگاپاسکال به‌مدت ۹٦ ساعت (اسموپرایمینگ با اوره که پیش‌تر توسط المودارسی و جوتزی ۱۹۹۹، بر روی سورگوم و ارزن مورد استفاده قرار گرفته شده بود و به‌نظر می‌رسد علاوه‌بر تأمین شرایط اسمزی توسط کود اوره، مقداری از آن نیز می‌تواند توسط بذر جذب شده و مورد استفاده قرار گیرد).

برای انجام تیمارها، ۵۰ عدد بذر به‌صورت تصادفی از هر ژنوتیپ برای هر تیمار برداشته و اجرای تیمارها در دمای ۱۵±۱°C (افضل و همکاران، ۲۰۰۲) در داخل ژرمیناتور صورت گرفت. پس از اتمام دوره‌های پرایمینگ، بذور اسموپرایمینگ شده توسط آب مقطر شستشو شدند و تمامی بذور تا رسیدن به وزن اولیه در دمای اتاق و شرایط تاریکی خشک گردیدند.

برای انجام ارزیابی رفتار جوانه‌زنی، ۲۵ عدد بذر از هر تیمار در داخل پتری‌دیش‌های شیشه‌ای (با قطر ۹۰ میلی‌متر) بین دو لایه کاغذ صافی[1] قرار داده شد و ۱۰ میلی‌لیتر آب مقطر به هر پتری‌دیش اضافه شد و برای جوانه‌زنی به ژرمیناتور ۲±۲۵ درجه سانتی‌گراد (رطوبت نسبی ٤۲ درصد و تاریک) منتقل شدند (ISTA, ۱۹۹٦). تحقیق برای هر یک از لاین‌های اینبرد به‌صورت یک آزمایش مستقل و بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار انجام شد و هر واحد آزمایشی شامل ۵۰ بذر (دو پتری‌دیش) بود. خروج ۲ میلی‌متر از ریشه‌چه معیار جوانه‌زنی در نظر گرفته شد و بذور جوانه‌زده در دوره‌های هر ۲٤ ساعت شمارش شدند (AOSA, ۱۹۹۱[2]). در پایان جوانه‌زنی صفاتی همچون طول‌ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، درصد جوانه‌زنی، متوسط زمان جوانه‌زنی، وزن خشک گیاه‌چه و شاخص قدرت گیاهچه مورد ارزیابی قرار گرفتند.

متوسط زمان جوانه‌زنی (MGT^3) طبق معادله الیس و روبرت (۱۹۸۱) محاسبه گردید.

$$MGT= \frac{\sum Dn}{N}$$

1- Between Paper
2- Association of Official Seed Analysis
3- Main Germination Time

که n تعداد بذر جوانه‌زده در روز D اُم، D تعداد روزها از شروع جوانه‌زنی و N تعداد کل بذور جوانه‌زده می‌باشد.

شاخص قدرت گیاهچه (SVI[1]) از حاصل‌ضرب طول گیاهچه (سانتی‌متر) در درصد جوانه‌زنی به‌دست آمد (ابدول باکی و اندرسون، ۱۹۷۳). برای اندازه‌گیری وزن خشک گیاهچه پس از اتمام دوره جوانه‌زنی، گیاهچه‌ها به‌مدت ٤٨ ساعت در آون ٦٥°C قرار داده شده و سپس وزن آنها اندازه‌گیری شد. قبل از تجزیه واریانس به‌علت دامنه وسیع جوانه‌زنی در بین تیمارها تبدیل $\sqrt{X/100}\ \arcsin$ برای داده‌های مربوط به درصد جوانه‌زنی اعمال گردید.

تحقیق مزرعه‌ای در فصل زراعی ۱۳۸۵ در مزرعه پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران واقع در کرج (۵۰ درجه و ٥٤ دقیقه شرقی و ۳۵ درجه و ٤٨ دقیقه شمالی، ارتفاع ۱۳۲۱ متر از سطح دریا) انجام گرفت. بافت خاک مزرعه مورد آزمایش، لومی رسی و اسیدیته آن حدود ۷/۵ و درصد کربن آلی آن برابر ۰/۸۵ درصد بود. وضعیت آب و هوای فصل رشد مزرعه پژوهشی در جدول ۱، نشان داده شده است.

پس از آماده‌سازی زمین در بهار، آزمایش به‌صورت کرت‌های خرده شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار اجرا گردید. فاکتورهای مورد بررسی شامل آماده‌سازی پیش از کاشت بذور هر دو والد اینبرد لاین ذرت (Mo17 و B73) در دو سطح (الف: شاهد و ب: هیدروپرایمینگ بذور به‌مدت ۳٦ ساعت) به‌عنوان فاکتور اصلی و تاریخ‌های مختلف کاشت والد پدری Mo17 در سه سطح (الف: کاشت هم‌زمان دو والد، ب: کاشت والد پدری بعد از والد مادری و در زمانی که طول ریشه‌چه والد مادری ۲ سانتی‌متر بود، ج: کاشت والد پدری بعد از والد مادری و در زمانی که طول ریشه‌چه والد مادری ٤ سانتی‌متر بود) به‌عنوان فاکتور فرعی بود. جهت اندازه‌گیری طول ریشه‌چه والد مادری، مزرعه پس از کاشت به‌صورت روزانه مورد بازدید قرار گرفته و برای هر کرت آزمایشی با کنار زدن خاک به‌طور تصادفی طول ریشه‌چه در ۹ گیاهچه اندازه‌گیری شد.

1- Seedling Vigor Index

جدول ۱- داده‌های هواشناسی ایستگاه سینوپتیک مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی بـرای فـصل زراعـی ذرت در سال ۱۳۸۵.

ماه	درجه حرارت			رطوبت نسبی (درصد)		میزان بارندگی (میلی‌متر)	ساعات آفتابی	حداکثر سرعت وزش باد	
	معدل حداکثر	معدل حداقل	متوسط	معدل ٦/٥ ساعت	معدل ١٢/٥ساعت			سرعت (متربرثانیه)	مسیر (درجه)
تیر*	٣٥/٧	١٨/٥	٢٧/١	٦٢	١٦	٣/٥	٣٤٤	١٣	٢٢٠
مرداد	٣٥/٩	١٩/٩	٢٧/٩	٥١	١٤	٠	٣٥٠/٧	١٤	١١٠
شهریور	٢٣/٣	١١/٧	١٧/٥	٧٠	٢٧	٢٩/٧	٢٤٦/٥	٢٠	٣١٠
مهر	٢٦/٨	١٣/٤	٢٠/١	٧٣	٢٤	٥٢/٢	٢٥٨/١	٢٣	٢٧٠
آبان*	١٨/٢٨	١٠/١٢	١٤/٢١	٧٤/٤	٣٩	٣١/٢	٩٣/٧	١٢	٢١١

*فصل رشد از ۱ تیر تا ۲۰ آبان ماه ۱۳۸۵ می‌باشد.

زمان کاشت والد مادری در تاریخ اول تیرماه ۱۳۸۵ و نحوه کاشت بذور به‌صورت الگوی کشت تک‌ردیفه بود که برای این منظور توسط ماشین بذرکار در وسط پشته شیاری به عمق ۵ سانتی‌متر ایجاد و بذور با فاصله ۱۵ سانتی‌متری از هم درون شیار قرار گرفته و سپس روی آن با خاک پوشانده شد. هر کرت فرعی شامل ١٤ خط مادری و یک خط پدری در وسط خطوط مادری به‌طول ۱۰ متر بود که فاصله بین خطوط ۰/۷۵ متر و فاصله بین تکرارها ۵ متر بود. جهت ممانعت از ورود گرده از سایر مزارع، موقعیت مزرعه به‌صورت ایزوله انتخاب گردید.

کود شیمیایی مورد استفاده شامل ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود سوپرفسفات تریپل و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار کوده اوره بود که تمامی کود فسفر در زمان کاشت و کود نیتروژن پس از کاشت در مراحل رویشی مورد استفاده قرار گرفت.

اولین آبیاری (خاک‌آب) بلافاصله پس از کاشت و آبیاری‌های بعدی بسته به نیاز گیاه زراعی و شرایط محیطی، به‌صورت جوی و پشته‌ای انجام گرفت. طی دوره رشد وجین با دست به‌منظور مبارزه با علف‌های هرز انجام شد. به‌منظور بررسی اثر تیمارها بر روند مراحل فنولوژیکی (ریتچی و همکاران، ۱۹۹۳) و تطابق گلدهی دو لاین، به‌طور متوسط هر چهار روز یک‌بار مزرعه مورد بازدید قرار گرفت و مراحل رشدی هر یک از والدین ثبت شد. برداشت نهایی در مرحله رسیدگی که با تشکیل لایه سیاه‌رنگ در محل اتصال بذور هیبرید به چوب بلال، قابل تشخیص بود صورت گرفت.

بوته‌های مادری دارای دو بلال در بالا و پایین بودند که، در مرحله برداشت ١٤ بوته در هر خط والد مادری به‌طور تصادفی انتخاب و پس از برداشت، تعداد ردیف در بلال و تعداد دانه در ردیف برای هر دو بلال‌های بالا و پایین، متوسط وزن هزار دانه و عملکرد آنها مورد بررسی قرار گرفت. تجزیه واریانس داده‌ها پس از آزمون نرمال بودن، با استفاده از برنامه‌های MSTAT-C و SAS انجام شد و جهت رسم نمودارها از برنامه Excel و برای مقایسه میانگین‌ها، از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح آماری ۵ درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

تحقیق آزمایشگاهی: جدول تجزیه واریانس اثر تیمارهای پرایمینگ بر مؤلفه‌های جوانه‌زنی و رشد اولیه گیاهچه اینبرد لاین‌های ذرت حاکی از آن بود که تیمارهای پرایمینگ به‌طور معنی‌داری بیشتر صفات مورد بررسی را تحت‌تأثیر قرار دادند (جدول ۲ و ٤). رفتار و عکس‌العمل هر دو لاین در برابر تیمارهای مختلف آماده‌سازی تقریباً مشابه یکدیگر بود. مقادیر پایین‌تر MGT که به سرعت بالاتر جوانه‌زنی اشاره دارد در بذور هیدروپرایمینگ شده مشاهده شد. پایین‌ترین مقدار MGT در بذور هیدروپرایمینگ شده به‌مدت ٣٦ ساعت مشاهده گردید (جدول ۳ و ۵).

در لاین پدری Mo17 حداکثر شاخص قدرت گیاهچه (SVI)، در بذور هیدروپرایمینگ شده به‌ترتیب به‌مدت‌های ٤٨، ٢٤ و ٣٦ ساعت و در لاین مادری (B73) نیز بذور هیدروپرایمینگ شده به‌مدت ٤٨ و ٢٤ ساعت، بالاترین میزان این صفت را به‌خود اختصاص داده بودند. بررسی مقایسه اثر تیمارهای آماده‌سازی بر صفات مرتبط با جوانه‌زنی مورد بررسی به نوعی نشان داد که تیمارهای اسموپرایمینگ در بیشتر موارد مساوی یا حتی ضعیف‌تر از شاهد، عمل نموده‌اند.

آزمایش حاضر نشان داد که تیمارهای مختلف آماده‌سازی اثرات متفاوتی بر جوانه‌زنی بذور ذرت دارند. به‌طور کلی نتایج نشان داد که تیمارهای هیدروپرایمینگ در مقایسه با اسموپرایمینگ توانستند به‌طور موثری جوانه‌زنی بذور هر دو لاین را بهبود دهند. عمدتاً نحوه عمل بذور تیمار شده با PEG برای اکثر صفات مساوی یا ضعیف‌تر از مقدار شاهد بود.

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر تیمارهای مختلف آماده‌سازی بذور بر مؤلفه‌های جوانه‌زنی و رشد اولیه گیاهچه والد پدری MO17، (MGT معرف متوسط زمان جوانه‌زنی و SVI معرف شاخص قدرت گیاهچه می‌باشد).

منابع تغییر	درجه آزادی	طول ساقه‌چه (میلی‌متر)	طول ریشه‌چه (میلی‌متر)	درصد جوانه‌زنی	MGT (روز)	SVI	وزن خشک گیاهچه (گرم)
تکرار	۲	NS	NS	NS	NS	*	**
تیمارهای پرایمینگ	٦	**	**	**	**	**	*
ضریب تغییرات (درصد)		۲۲/۳۹	۱۷/۵۷	۲۷/٤۱	۱۰/۵۱	۳٦/٦٤	۱٤/٦۳

**معنی‌دار در سطح آماری یک درصد، *معنی‌دار در سطح پنج درصد و NS از لحاظ آماری غیرمعنی‌دار.

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر تیمارهای پرایمینگ بر مؤلفه‌های جوانه‌زنی و رشد اولیه گیاهچه والد پدری MO17، (MGT معرف متوسط زمان جوانه‌زنی و SVI معرف شاخص قدرت گیاهچه می‌باشد).

تیمارها	طول ساقه‌چه (میلی‌متر)	طول ریشه‌چه (میلی‌متر)	درصد جوانه‌زنی	MGT (روز)	SVI	وزن خشک گیاهچه (گرم)
شاهد	۵/٦۵*c	۹۸/۸۵ab	۷۸bc	۳/۵۷b	۷۸/۲۳bc	۰/٤٦c
هیدرو پرایمینگ ۱۲ ساعت	۱۰/۷۱b	۱۳۱/۸۷a	۸۲b	۲/۷٦c	۹٦/۸۸ab	۰/۵۸a
هیدرو پرایمینگ ۲٤ ساعت	۹/۰٦bc	۹۷/٤۱ab	۸۵b	۲/۳۹cd	۸٦/۷۷b	۰/۵۳b
هیدرو پرایمینگ ۳٦ ساعت	۱٤/۸۹ab	۱۲۲a	۹۳a	۲/۱۷d	۱۰۸/٦۷a	۰/۵۹a
هیدرو پرایمینگ ٤۸ ساعت	۱۱/۱۷b	۹۱/٤٦ab	۸۹ab	۲/۵٦c	۸۰/٦۳bc	۰/٦۰a
اسموپرایمینگ با اوره ۹٦ ساعت	۱۷a	۹۰/٦۲ab	٦٤d	۵/۲۲a	٦۹/٤۲d	۰/۵۱b
اسموپرایمینگ با PEG ۹٦ ساعت	۱۰/۲۳b	٦۰/٦۲b	٦۱d	۳/۳۳b	٦۱/۸۸d	۰/٤٤c

*تیمارهای که در هر ستون دارای حروف متفاوت می‌باشند در سطح آماری ۵ درصد دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند.

جدول٤- تجزیه واریانس اثر تیمارهای مختلف آماده‌سازی بذور بر مؤلفه‌های جوانه‌زنی و رشد اولیه گیاهچه والد پدری B73، (MGT معرف متوسط زمان جوانه‌زنی و SVI معرف شاخص قدرت گیاهچه می‌باشد).

منابع تغییر	درجه آزادی	طول ساقه‌چه (میلی‌متر)	طول ریشه‌چه (میلی‌متر)	درصد جوانه‌زنی	MGT (روز)	SVI	وزن خشک گیاهچه (گرم)
تکرار	۲	*	NS	NS	NS	*	NS
تیمارهای پرایمینگ	٦	**	**	**	**	**	NS
ضریب تغییرات (درصد)		۱۹/۸۵	۱٦/۵۲	۲۷/۳۱	۱۱/۳٤	۲۵/٤۸	۷/٤٦

**معنی‌دار در سطح آماری یک درصد، *معنی‌دار در سطح پنج درصد و NS از لحاظ آماری غیرمعنی‌دار.

جدول ٥- مقایسه میانگین اثر تیمارهای پرایمینگ بر مؤلفه‌های جوانه‌زنی و رشد اولیه گیاهچه والد مادری B73، (MGT معرف متوسط زمان جوانه‌زنی و SVI معرف شاخص قدرت گیاهچه می‌باشد).

تیمارها	طول ساقه‌چه (میلی‌متر)	طول ریشه‌چه (میلی‌متر)	درصد جوانه‌زنی	MGT (روز)	SVI	وزن خشک گیاهچه (گرم)
شاهد	۲۲/٦٥*c	۹۲/۲۲a	۷٦b	۳/۲۳a	۸۲/٤٥bc	۰/٤۲
هیدرو پرایمینگ ۱۲ ساعت	۳۲/۲۹bc	۹٦/۹۸a	۷۲b	۲/۰۸d	۹۱/۳۸ab	۰/٤۸
هیدرو پرایمینگ ۲٤ ساعت	۳۹/۸۱ab	۱۰۹/۲٥a	۸۱ab	۲/٤٤c	۱۱۲/۱۷a	۰/٥۲
هیدرو پرایمینگ ۳٦ ساعت	٤۱/۳۳ab	۱۰۳/۰۲a	۸۷a	۲/۰۳d	۱۰۱/۳ab	۰/٤۸
هیدرو پرایمینگ ٤۸ ساعت	۳۷/۲٥abc	۱۰۱/٤۱a	۸۳a	۲/۰٦bc	۱۰٦/۳۸a	۰/٤۹
اسموپرایمینگ با اوره ۹٦ ساعت	٥۰a	٦۷/۹۱b	٦٤c	۲/۹٤b	۷۳/۳٤c	۰/٤٥
اسموپرایمینگ با PEG ۹٦ ساعت	۳٤/۲۷bc	۸۱/۹۸ab	٦۱c	۳/٤۳a	۷۰/٤۲c	۰/٤۲

*تیمارهای که در هر ستون دارای حروف متفاوت می‌باشند در سطح آماری ٥ درصد دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند.

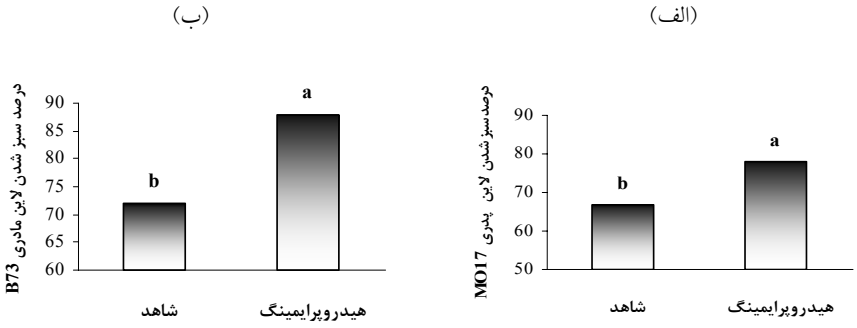
نتایج آزمایش حاضر با مشاهدات قبلی محققان (بنیت و واترز، ۱۹۷۸؛ ناگار و همکاران، ۱۹۹۸؛ افضل و همکاران، ۲۰۰۲؛ فاروق و همکاران، ۲۰۰٦ ب) مطابقت داشت. با وجودی‌که برخی از تحقیق‌های قبلی حاکی از تأثیر مثبت اسموپرایمینگ بر جوانه‌زنی بذور گیاهان زراعی از مسیرهای مختلفی نظیر افزایش فعالیت آنزیم‌های پاک‌سازی‌کننده گونه‌های فعال اکسیژن[1] (جی و همکاران، ۲۰۰۲)، فعال‌سازی ATP_{ase}، اسید فسفاتاز و RNA سینتاز (فو و همکاران، ۱۹۸۸) می‌باشد، ولی به‌نظر می‌رسد تیمارهای اسموپرایمینگ برای دوره‌های طولانی‌تر از ٤۸ ساعت و پتانسیل‌اسمزی خیلی پایین (پایین‌تر از پتانسیل بحرانی[2]) موجب آسیب دیدن پروتئین‌های LEA^3 و کاهش جوانه‌زنی گردد (کاپرون و همکاران، ۲۰۰۰). بنیت و واتر (۱۹۸۷) نیز عدم موفقیت تیمارهای اسموپرایمینگ را برای بذور گیاهان زراعی دانه‌درشت (نظیر ذرت و سویا) گزارش دادند.

از جمله سایر محدودیت‌های این روش می‌توان به احتمال جذب مواد اسموتیک توسط بذور و ایجاد سمیت (آرتولا و همکاران، ۲۰۰۳) و کاهش جذب اکسیژن در پتانسیل‌های اسمزی پایین

1- Reactive Oxygen Species
2- Critical Potential
3- Late Embryogenesis Abundant

مخصوصاً برای PEG (تیلکوواسکا و واندن‌بالک، ۲۰۰۱) اشاره داشت. از سوی دیگر شستشوی بذور اسموپرایمینگ شده پس از اتمام دوره پرایمینگ، احتمال جذب بیشتر آب برای بذور را بالا می‌برد.

تحقیق مزرعه‌ای: بررسی و مقایسه میانگین درصد سبزشدن گیاهچه در ۱۳ روز پس از کاشت نشان داد که تیمار هیدروپرایمینگ به‌مدت ۳٦ ساعت توانست به‌طور معنی‌داری سبزشدن گیاهچه را بهبود بخشد، به‌طوری‌که درصد سبزشدن بذور هیدروپرایمینگ شده لاین مادری (B73) ۲۲ درصد بالاتر از بذور تیمار نشده بودند و همچنین تیمار هیدروپرایمینگ توانست درصد سبزشدن گیاهچه والد پدری (Mo17) را به‌میزان ۱٦/۵ درصد افزایش دهد (شکل ۱، الف و ب).



شکل ۱- اثر تیمار هیدروپرایمینگ بر درصد سبز شدن لاین پدری MO17 (الف) و لاین مادری B73 (ب).

جهت بررسی اثر تیمار هیدروپرایمینگ قبل از کاشت و تاریخ‌های کاشت تأخیری والد پدری بر مراحل نموی هریک از والدین و تطابق مراحل زایشی آنها مزرعه در فواصل معین مورد بازدید قرار گرفت و مراحل نموی هر یک از والدین ثبت گردید (جدول ٦). نتایج حاکی از آن است که کاشت تأخیری والد پدری در مقایسه با کاشت هم‌زمان موجب تأخیر افتادن مراحل نموی (رویشی و زایشی) این گیاهان گردید به‌طوری‌که تا بازدید هفتم گیاهان تیمار کاشت b_3 در مقایسه با گیاهان کشت هم‌زمان به‌طور متوسط دارای ۳ تا ٤ برگ کمتر بودند.

جدول ٦- بررسی مراحل فنولوژیکی اینبرد لاین‌های والدینی جهت تعیین هم‌زمانی در گلدهی.

کرت‌های آزمایشی			لاین‌های والدینی	مراحل فنولوژیکی						
				بازدید سوم	بازدید پنجم	بازدید هفتم	بازدید نهم	بازدید یازدهم	بازدید سیزدهم	بازدید پانزدهم	بازدید هفدهم
تیمارهای آزمایشی	بذور پرایمینگ نشده	b_1	B73	۹برگی	۱۲برگی	۱٤برگی	V_{15}	V_{15}	V_{18} -V_t	V_t	R_1
			Mo17	۱۰برگی	۱۳برگی	V_{15}	V_{15}	V_{18}	R_1	R_1	R_1
		b_2	B73	۹-۸برگی	۱۱برگی	۱۳برگی	V_{15}	V_{15}	V_{18} - V_t	V_t	R_1
			Mo17	۹-۸برگی	۱۱-۱۰برگی	۱٤-۱۳برگی	V_{15}	V_{15}	V_t	V_t - R_1	R_1
		b_3	B73	۹برگی	۱۲-۱۱برگی	۱۳برگی	V_{15}	V_{15}	V_{18} - V_t	V_t	R_1
			Mo17	۷برگی	۸ برگی	۱۰برگی	۱۲برگی	۱٤برگی	V_{15}	V_{18}	V_{18} - V_t
	بذور پرایم شده	b_1	B73	۱۲برگی	۱٤برگی	V_{15}	V_{18}	V_t	V_t - R_1	R_1	R_1
			Mo17	۱۳برگی	V_{15}	V_{18}	V_t	R_1	R_1	R_1	R_2
		b_2	B73	۱۲برگی	۱٤برگی	V_{15}	V_{18}	V_t	R_1	R_1	R_1
			Mo17	۱۱برگی	۱۳برگی	۱٤-V_{15}برگی	V_{15} -$_{18}$	V_t	V_t - R_1	R_1	R_1
		b_3	B73	۱۲برگی	۱٤برگی	V_{15}	V_{18}	V_t	V_t - R_1	R_1	R_1
			Mo17	۸برگی	۱۰-۹برگی	۱۲برگی	۱٤برگی	V_{15}-$_{18}$	V_{18}	V_t	R_1

b_2:کشت والد پدری پس از خروج ۲cm ریشه چه والد مادری

b_3:کشت والد پدری پس از خروج ٤cm ریشه چه والد مادری

V_{15}: مرحله رویشی ۱۵ برگی

V_t: ۳-۲ روز قبل از کاکل‌دهی است، زمانیکه آخرین شاخه تاسل بیرون آمده است

R_1: آغاز مرحله زایشی و زمان خروج ابریشمها (کاکل‌دهی)

R_2: ۱٤-۱۰ روز پس از کاکل‌دهی

همچنین نتایج گویای آن است که والد پدری سریع‌تر می‌تواند مرحله رویشی خود را تکمیل کرده و وارد مرحله زایشی گردد و احتمالاً همین امر موجب بروز پدیده پیشین پرچمی[1] در ذرت می‌گردد و لذا کاشت تأخیری والد پدری در تولید بذور هیبرید ذرت مورد تأکید قرار می‌گیرد. بررسی تطابق مراحل زایشی والدین در بین تاریخ‌های کاشت والد پدری نشان داد که بهترین هم‌زمانی[2] با تیمار تاریخ کاشت b_2 حاصل می‌گردد. حال آنکه اثر این تاریخ کاشت همراه با به‌کارگیری هیدروپرایمینگ بسیار مشهودتر بود به‌طوری‌که در بذور پرایمینگ شده در تاریخ کاشت b_2 تطابق بین مراحل زایشی والدین در بازدید سیزدهم مشاهده شد و این در حالی بود که در بذور تیمار نشده در همان تاریخ کاشت تطابق بین والدین در بازدید پانزدهم مشاهده شد. مقایسه ضمنی مراحل نموی والد پدری حاصل از بذور پرایمینگ شده و شاهد (درهر تاریخ کاشت) نشان داد که در گیاهان حاصله از بذور پرایمینگ شده در مقایسه با بذور معمولی مراحل نموی جلوتر می‌باشد و از سوی دیگر با التفات به سریع‌تر بودن نمو والد پدری در مقایسه با والد مادری (جدول ٦) به‌نظر می‌رسد به‌کارگیری تنها پرایمینگ نمی‌تواند هم‌زمانی مناسب زایشی بین والدین را در بر داشته باشد و به تعویق انداختن نمو والد پدری از طریق کاشت تأخیری ضروری به‌نظر می‌رسد.

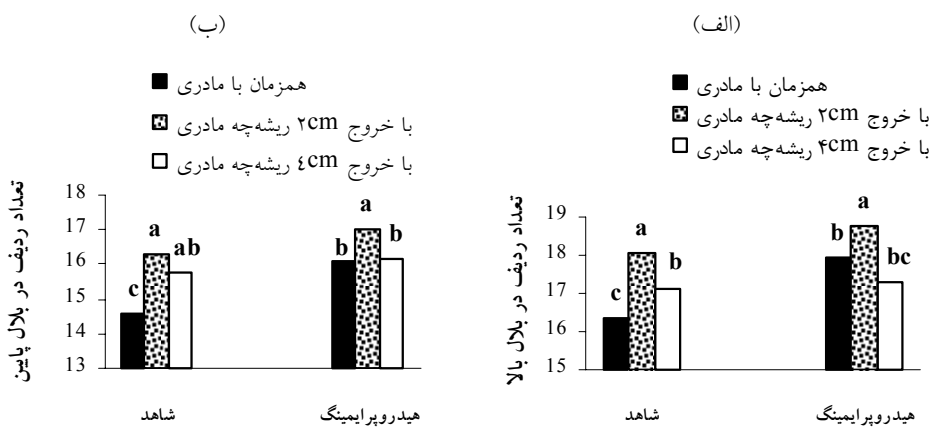
نتایج تجزیه واریانس حاکی از وجود اثر معنی‌دار تیمار هیدروپرایمینگ و تاریخ‌های کاشت والد پدری بر اجزای عملکرد دانه بود (جدول ۷). مقایسه میانگین اثر تیمارها بر تعداد ردیف در بلال بالا نشان داد که تیمار هیدروپرایمینگ توانست این صفت را در مقایسه با شاهد به‌میزان ٤/٨ درصد بهبود بخشد و از سوی دیگر مقایسه میانگین اثر تاریخ کاشت‌های والد پدری در هر یک از سطوح پرایمینگ نیز نشان داد که، کمترین تعداد ردیف در بلال در کشت هم‌زمان دو والد (b_1) و بیشترین آن در کشت والد پدری براساس خروج ۲ سانتی‌متر از ریشه‌چه والد مادری (b_2) به‌دست آمد. حال آنکه تعداد ردیف برای تیمار کشت والد پدری براساس خروج ٤ سانتی‌متر از ریشه‌چه والد مادری (b_3) مابین b_1 و b_2 قرار داشت (شکل ۲، الف). بررسی این صفت در بلال پایین نیز حاکی از وجود اثر افزایشی تیمار هیدروپرایمینگ بر این صفت بود (۵/۵ درصد). در حالی‌که در بذور هیدروپرایمینگ شده نیز تیمار تاریخ کاشت b_2 بیشترین مقدار را به‌خود اختصاص داده ولی مابین تاریخ‌های کاشت b_1 و b_3 تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. این در حالی بود که در بذور پرایمینگ نشده (شاهد)، کشت هم‌زمان دو والد تعداد ردیف در بلال پایین را به‌طور معنی‌داری کاهش داده بود (شکل ۲، ب).

1- Protandry
2- Synchronization

جدول ۷- تجزیه واریانس اثر تیمار هیدروپرایمینگ و تاریخ‌های کاشت والد پدری(MO17) بـر اجـزای عملکـرد ذرت سینگل‌کراس MO17×B73.

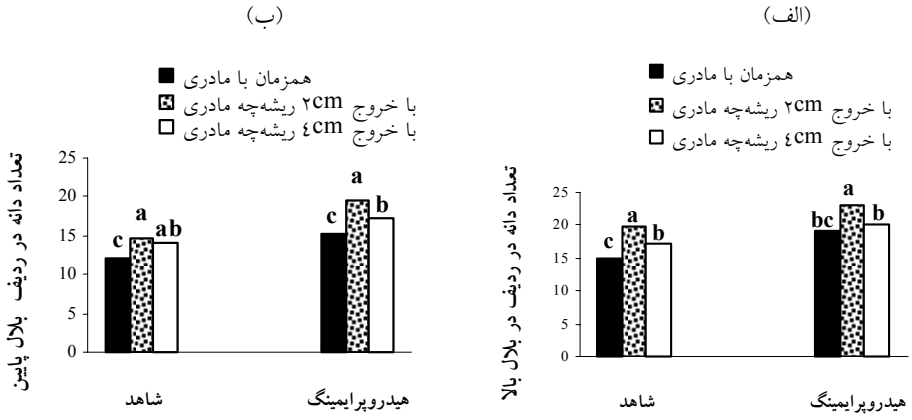
منابع تغییر	درجه آزادی	تعداد ردیف در بلال بالا	تعداد دانه در ردیف بلال بالا	تعداد ردیف در بلال پایین	تعداد دانه در ردیف، بلال پایین	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد (کیلوگرم در هکتار)
		میانگین مربعات					
تکرار	۳	۰/۵٦ NS	۸/۷۱NS	۲/۵٤*	۱٤/۹۷NS	NS ۱۳/۸۱	۱۰۲۰۵۹٦/۷*
پرایمینگ (A)	۱	٤/۱۷*	۷۲/۱۰*	٤/٤۲*	۸۳/۹٦*	۲۰/۱۲*	۵۰۸۱۸۲۲/۲**
خطا اصلی	۳	۰/۳۵۹	٤/۵۸	۰/۲۲	۵/۹۱	۷/۹۹	۵۲۲٦۲/۵
تاریخ کاشت (B)	۲	۳/۵۹**	۳۷/۰۸**	۳/٤۹*	۲۲/۲۸*	۲۷/۰۵NS	۸۲۷۷۱۷٤/۵**
A× B	۲	۰/۹۵ NS	۱/۰۱ NS	/٦۷۹NS ۰	۱/۷۵NS	٤/۸۵NS	٤۲۲۵۸/۰ NS
خطا فرعی	۱۲	۰/٤۸	۲/۸٤	۰/٦٤	٤/۱۱	۲۲/۲۹	۱۵۱۹٤۷/٤
ضریب تغییرات (درصد)	–	۳/۹۵	۱۸/۸۳	۱۵/۰۳	۱۳/۹٦	۲۵/۷۳	۸/۹۵

**،*معنی‌دار در سطح آماری یک درصد، *معنی‌دار در سطح پنج درصد و NS از لحاظ آماری غیرمعنی‌دار.



شکل ۲- بررسی مقایسه میانگین اثر تاریخ‌های کاشت والد پدری و هیدروپرایمینگ بذور بر تعداد ردیف در بلال بالا (الف) و بلال پایین (ب)، مقایسه تاریخ‌های کاشت به‌صورت جداگانه در هر یک سطوح آماده‌سازی بذور صورت گرفته است.

بررسی تعداد دانه در ردیف برای هر دو بلال بالا و پایین نیز نشان داد که اثر تیمار هیدروپرایمینگ بذور و تاریخ‌های کاشت والد پدری برای صفت مذکور معنی‌دار بود (جدول ۷). مقایسه میانگین این صفت نشان داد که هیدروپرایمینگ بذور والدینی توانست تعداد دانه در ردیف را در بلال بالا تا ۲۰ درصد و در بلال پایین تا ۲۸ درصد در مقایسه با شاهد افزایش دهد. این در حالی بود که اثر تاریخ کاشت والد پدری بر روی این صفت، مشابه اثر آن بر تعداد ردیف در بلال بود. به‌طوری‌که بالاترین تعداد دانه در هر دو بلال بالا و پایین و در هر دو سطح پرایمینگ با تیمار کاشت والد پدری b_2 حاصل شد، حال آنکه کمترین تعداد دانه در ردیف در کشت هم‌زمان دو والد مشاهده شد (شکل ۳، الف و ب).

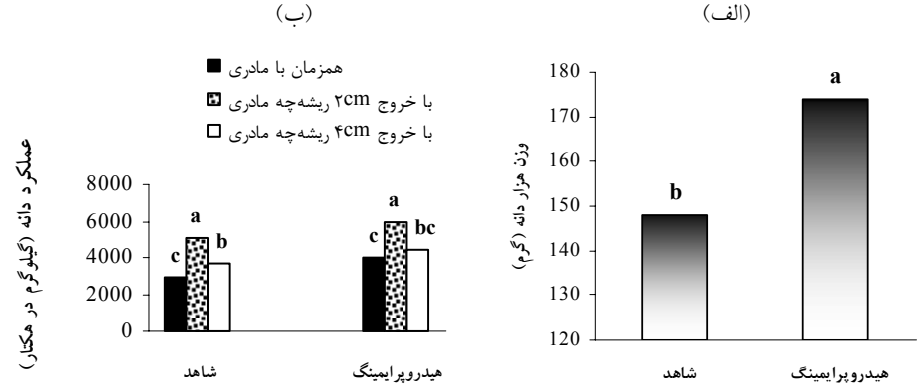


شکل ۳- بررسی مقایسه میانگین اثر تاریخ‌های کاشت والد پدری و هیدروپرایمینگ بذور بر تعداد دانه در ردیف بلال بالا (الف) و بلال پایین (ب)، مقایسه تاریخ‌های کاشت به‌صورت جداگانه در هر یک سطوح آماده‌سازی بذور صورت گرفته است.

در گیاهان با گرده‌افشانی آزاد نظیر ذرت، تعداد دانه از جمله اجزای مهم عملکرد می‌باشد که میزان آن شدیداً به هم‌زمانی و تقارن مرحله گرده‌افشانی و کاکل‌دهی وابسته است. بالاتر بودن تعداد ردیف در بلال و تعداد دانه در ردیف بلال‌ها در تیمار کشت والد پدری براساس خروج ۲ سانتی‌متر از ریشه‌چه والد مادری حاکی از موفقیت آمیز بودن این تاریخ کاشت در کاهش شکاف زمانی مابین گرده‌افشانی والد پدری و کاکل‌دهی والد مادری می‌باشد، بررسی مراحل فنولوژیکی والدین در مراحل رشد رویشی و زایشی (جدول ٤) نیز به این مهم اشاره دارد، به‌طوری‌که تاریخ کاشت b_2 توانست بهترین هم‌زمانی بین مراحل زایشی دو والد را در برداشته باشد. با توجه به عدم وجود اثرات متقابل

بین اثرات تاریخ کاشت و پرایمینگ بذور (جدول ۷) می‌توان اظهار داشت که احتمالاً پرایمینگ بذور از طریق یکنواختی سبز شدن و بهبود در استقرار گیاهچه (خصوصاً در تاریخ‌های کاشت تأخیری) و از سوی دیگر کشت دیرتر والد پدری از طریق به تعویق انداختن رشد رویشی این گیاهان می‌تواند موجبات رفع پدیده نامطلوب پیشین پرچمی شده و مطابقت هر چه بیشتر مراحل زایشی را در والدین فراهم نموده است.

جدول تجزیه واریانس، اثر معنی‌دار تیمار هیدروپرایمینگ بر وزن هزار دانه را نشان داد به‌طوری‌که تیمار هیدروپرایمینگ در مقایسه با شاهد متوسط وزن هزار دانه را به‌میزان ۱۳ درصد افزایش داد (شکل ٤، الف). مقایسه میانگین اثر تیمارهای پرایمینگ بر عملکرد دانه نیز حاکی از آن بود که به‌کارگیری هیدروپرایمینگ باعث افزایش معنی‌دار عملکرد می‌گردد و همچنین مقایسه عملکرد تاریخ‌های کاشت در هر یک سطوح پرایمینگ نشان داد که بالاترین عملکرد در کرت‌های با تاریخ کاشت والد پدری براساس خروج ۲ سانتی‌متر از ریشه‌چه والد مادری (b_2)، حاصل گردید. نتایج حاضر با یافته‌های ناگار و همکاران، (۱۹۹۸) مطابقت دارد، او گزارش داد هیدروپرایمینگ بذور اینبرد لاین‌های ذرت توانست درصد سبزشدن، وضعیت رشدی گیاه و هم‌زمانی در مراحل زایشی دو والد را افزایش دهد. در آزمایش مشابه دیگری باستیا و همکاران (۱۹۹۹) توانستند با به‌کارگیری تیمار هیدروپرایمینگ بذور گلرنگ (*Carthamus tinctorius*) به همراه تغییر تاریخ کاشت تعداد بوته در مترمربع، تعداد طبق در بوته، تعداد دانه در طبق، وزن هزار دانه و در نهایت عملکرد را بهبود بخشند.



شکل٤- بررسی مقایسه میانگین اثر هیدروپرایمینگ بذور بر وزن هزار دانه (الف) و اثر تاریخ‌های کاشت والد پدری بر عملکرد دانه (ب)، مقایسه تاریخ‌های کاشت به‌صورت جداگانه در هر یک سطوح آماده‌سازی بذور صورت گرفته‌است.

افزایش وزن دانه عمدتاً ناشی از افزایش طول دوره یا سرعت پرشدن می‌باشد که در این مورد قدرت مخزن نقش کلیدی دارد. در این رابطه کائور و همکاران (۲۰۰۵) گزارش دادند فعالیت مخزن در گیاهان نخود حاصله از بذور هیدروپرایمینگ شده در مقایسه با شاهد بالاتر بود که این امر از طریق بالاتر بودن فعالیت آنزیم‌های درگیر در متابولیسم ساکارز نظیر ساکارز سینتاز، اینورتازها و ساکارز فسفات‌سینتاز مشخص گردید که در نهایت افزایش وزن هزار دانه و عملکرد را به دنبال داشت. همچنین هیدروپرایمینگ بذور می‌تواند در گیاهان حاصله محتوای کل کلروفیل، محتوای کلروفیل a و b و میزان فتوسنتز را افزایش دهد (روی و سریواتاوا، ۲۰۰۰) و از این طریق قدرت منبع و فراهمی فتواسیمیلات‌ها را افزایش داده و در نهایت بهبود عملکرد را در برداشته باشد. در توجیه افزایش عملکرد ناشی از هیدروپرایمینگ همچنین می‌توان به استقرار سریع و مطلوب گیاهان (اشرف و فولاد، ۲۰۰۵) و استفاده بیشتر آنها از عناصر غذایی، رطوبت خاک و تششع خورشیدی اشاره داشت (سوبدی و ما، ۲۰۰۵). به‌طور کلی، می‌توان اظهار داشت تیمار هیدروپرایمینگ به‌عنوان راهکاری ساده، ارزان و موثر برای افزایش قدرت جوانه‌زنی بذور و بهبود استقرار اینبرد لاین‌های ذرت می‌باشد و همچنین تاریخ‌های کشت تأخیری مناسب برای والد پدری (b_2) می‌توانند زمینه افزایش تولید بذر سینگل‌کراس را فراهم نمایند.

فهرست منابع

Judi, M., and Sharifzadeh, F. 2006. Investigation the effects of hdropriming in barley cultivars.Biaban J. 11: 99-109.

Abdual-baki, A.A., and Anderson, J.D. 1973. Relationship between decarboxilation of glutamic acid and vigour in soybean seed. Crop Sci. 13:222-226.

Afzal, I., Basra, S.M.A., Ahmad, R., and Iqbal, A. 2002. Effect of different seed vigour enhancement techniques on hybrid maize (*Zea mays* L.). Pak. J. Agri. Sci. 39: 109-112.

Al-Mudarsi, M.A., and Jutzi, S.C. 1999. The influence of fertilizer-based seed priming treatments on emergence and seedling growth of sorghum bicolor and Pennisetum glaucum in pot trials under greenhouse conditions. Agron. J. Crop Sci. 182: 135-142.

Artola, A., Carrillo-Castanda, G., and Santose, G.D.L. 2003. Hydropriming: A strategy to increase *Lotus corniculatus* L. seed vigor. Seed Sci. Technol. 31: 455-463.

Ashraf, M., and Foolad, M.R. 2005. Pre-sowing seed treatment-a shotgun approach to improve germination growth and crop yield under saline and none-saline conditions. Advan. Agron. 88: 223-271.

Association of Official Seed Analysis (AOSA). 1991. Rules for testing seeds. J. Seed Technol. 12: 18-19.

Basra, A.S., Dhillon, R., and Malik, C.P. 1989. Influence of seed pre-treatment with plant growth regulators on metabolic alterations of germinating maize embryos under stressing temperature regimes. Ann. Bot. 64: 37-41.

Basra, A.S., Farooq, M., Afzal, I., and Hussain, M. 2006. Influence of osmopriming on the germination and early seedling growth of coarse and fine rice. Int. J. Agr. Biol. 8:19-21.

Bastia, D.K., Rout, A.K., Mohanty, S.K., and Prusty, A.M. 1999. Effect of sowing date, sowing methods and seed soaking on yield and oil content of rainfed safflower grown in Kalahandi, Orissa. Indian J. Agron. 44: 621-623.

Bennett, M.A., and Waters, L. 1987. Seed hydration treatments for improved sweet maiz germination and stand establishment. J. Ame. Soc. Hort. Sci. 112: 45-49.

Bradford, K.J. 1995. Water relations in seed germination. *In* "Seed Development and Germination" (J. Kigel and G. Galili, Eds.), pp. 351-396. Marcel Dekker Inc., New York.

Capron, I., Corbineau, F.F., Dacher, C., Job, Come, D., and Job, D. 2000. Sugarbeet seed priming: Effects of priming conditions on germination, solubilization of 1 I-S globulin and accumulation of LEA proteins. Sci. Res. 10: 243-254.

Ellis, R.A., and Roberts, E.H. 1981. The quantification of ageing and survival in orthodox seeds. Seed Sci. Technol. 9: 373-409.

F.A.O. Production year book. 2002. Food and Agricultural Organization of United Nation, Rome, Italy, 51:209P.

Farooq, M., Basra, S.M.A., Tabassum, R., and Afzal, I. 2006 a. Enhancing the performance of direct seeded fine rice by seed priming. Plant Prod. Sci. 9: 446-456.

Farooq, M., Basra, S.M.A., Warraich, E.A., and Khaliq, A. 2006 b. Optimization of hydropriming techniques for rice seed invigoration. Seed Sci. Technol. 34: 529-534.

Fu, J.R., Lu, X.H., Chen, R.Z., Zhang, B.Z., Liu, Z.S., Li, Z.S., and Cai, D.Y. 1988. Osmoconditioning of peanut (*Arachis hypogaea* L.) seeds with PEG to improve vigour and some biochemical activities. Seed Sci. Technol. 16: 197-212.

International Seed Testing Association. 1996. International rules for seed testing. Seed Sci. Technol. 24: 155-202.

Jie, L., Gong She, L., Dong Mei, O., Fang Fang, L., and En Hua, W. 2002. Effect of PEG on germination and active oxygen metabolism in wildrye (Leymu.7 chinensis) seeds. Acta Pratacul Sinica. 11, 59-64.

Kaur, S., Gupta, A.K., and Kaur, N. 2005. Seed priming increase crop yield possibly by modulating enzymes of sucrose metabolism in chickpea. J. Agron. Crop Sci. 191: 81-87.

Nagar, R.P., Dadlani, M., and Sharama, S.P. 1998. Effect of hydropriming on field emergence and crop growth of maize genotypes. Seed. Res. 26: 1-5.

Ritchie, S.W., Hanway, J.J., and Benson, G.O. 1993. How a corn plant develops. CES 21. Iowa State Univ., Ames, IA.

Roy, N.K., and Srivastava, A.K. 2000. Adverse effect of salt stress conditions on chlorophyll content in wheat (*Triticum aestivum* L.) leaves and its amelioration through pre-soaking treatments. Indian J. Agric. Sci., 70: 777-778.

SAS Institute Inc., 1988. SAS/STAT User's Guide, Release 6.03. SAS Institute Inc., Cary, NC.

Sharifzadeh, F., Heidari, H., Mohammadi, H., and Janmohammadi, M. 2006. Study of osmotic priming effects on wheat (*Triticum aestivum* L) germination temperatures and local seed masses. J. Agron. 5: 647-650.

Subedi, K.D., and Ma, B.L. 2005. Seed priming does not improve corn Yield in a humid temperate environment. Agron. J. 97:211-218.

Tylkowaska, K., and Vanden-bulk, R.W. 2001. Effects of Osmo-and hydropriming on fungal infestation levels and germination of carrot (*Daucus carrota* L.) seeds contaminated with *Alternaria spp*. Seed Sci. Technol. 29: 365-375.

EJCP., Vol. 1 (4): 79-98
www.ejcp.info

Effect of Priming Treatment and Sowing Date on Synchronization of Developmental Stages and Yield of Maize Inbred Lines for Hybrid Seed Production

[*]P. Moradi[1], F. Sharifzadeh[1], A. Bankesaz[2] and M. Janmohammadi[1]
[1]Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Agricultural and Natural Resources campus, Tehran University, [2]Dept. of Corn Researches, Seed and Plant Improvement Institute, Karaj

Abstract

The present research was conducted under laboratory and field condition to determine seed priming effects on maize inbred line's germination, emergence, and grain yield. Seeds of two maize inbred lines include of Mo17 (as paternal line) and B73 (as maternal line with cytoplasmic sterility) in the laboratory conditions were subjected to hydropriming for 12, 24, 36 and 48 h, or osmoticpriming with solution of polyethylene glycol-6000 and urea solution for 96 h (with osmotic potential -1.2 MPa), then germination performance was considered. Results of laboratory experiment showed that both inbred lines responded to priming treatments approximately similar. Maximum invigoration was observed in seeds hydroprimed for 36 h as indicated by lower mean germination time and higher values of radicle and coleoptile length. However, osmoprimed seeds behaved similar to or even poor than that of control. The most promising laboratory seed treatment with 3 sowing dates of paternal line were advanced to field experiment where seedling emergence, phenological growth trend, and yield components were assessed. The experimental design was spilt plot on a randomized complete block design with 4 replications that main plots were assigned to pre-sowing seed treatments (control and hydropriming for 36 h) and sub-plots were assigned to 3 sowing date of paternal line (b_1=same sowing date for both parental lines, b_2= sowing of paternal line basis on 2cm radicle emergence of maternal line, b_3= sowing of paternal line basis on 4cm radicle emergence of maternal line). Result showed that extent of seedling emergence was greater for hydroprimed seeds. On the other hand, sowing of paternal line basis on 2cm radicle emergence of maternal line was the most effective to achieve of high synchronization between silking and anthesis of parental lines; also this treatment significantly improved the yield components.

Keywords: Germination; Maize Inbred Lines; Priming, Sowing Date; Yield Components

*- Corresponding Author; Email: pdezfuli@yahoo.com